

*А.В. Савченко, к.т.н., ст. научн. сотр., зам. нач. каф., НУГЗУ,
О.А. Островерх, к.пед.н., доцент, нач. каф., НУГЗУ,
О.М. Семкив, к.т.н., доцент, проректор, НУГЗУ,
А.С. Холодный, курсант, НУГЗУ*

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОГNETУШАЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

(представлено д-ром хим. наук Калугиным В.Д.)

В работе систематизированы результаты комплекса экспериментальных исследований свидетельствующие об эффективности гелеобразующей системы $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ при тушении пожаров в жилых зданиях.

Ключевые слова: гелеобразующая система, тушение, время тушения, жилой сектор, оптимизация.

Постановка проблемы. По данным массивов карточек учета пожаров, в течение 2013 года в Украине зарегистрировано 61114 пожаров. Из них 47408 (77,6%) произошли на объектах жилого сектора. Это соотношение характерно практически для всех стран бывшего СССР, пожары в жилом секторе составляют $\approx 80\%$, а число погибших на них более 90% от общего количества.

В Украине самое распространенное огнетушащее вещество это вода. Наряду с общеизвестными преимуществами вода имеет ряд недостатков: относительно большое поверхностное натяжение которое существенно ограничивает способность воды к растеканию и пропитки, незначительную вязкость которой обуславливается низкая способность воды к удержанию на вертикальных и наклонных поверхностях, существенно снижает ее огнетушащую эффективность и приводит к дополнительным убыткам от залива нижележащих этажей. Коэффициент использования воды на пожаре составляет от 2 до 20%. [1].

Поэтому проблема разработки новых огнетушащих составов, технических решений и тактических приемов позволяющих повысить эффективность тушения пожаров в жилых зданиях, остается актуальной.

Анализ последних достижений и публикаций. Ранее для тушения пожаров и в целях оперативной защиты горящих конструкций зданий было предложено использование гелеобразующих систем (ГОС) [2-5]. Горючая загрузка на объектах жилого сектора не регламентируется. Очевидно, что при разработке огнетушащих веществ необходимо учитывать это обстоятельство. В работе [6] приведены данные о среднем количестве горючей загрузки в современной квартире древесина и изделия на ее основе составляют – 47,1%, обивка

мебели – 34,1%, изделия из пластмассы – 11,1%, ковры – 7,8%. Поэтому исследование огнетушащей эффективности и влияния на материалы целесообразно проводить именно на этих горючих материалах.

Результаты исследования влияния ГОС на конструкции материалов, человека и окружающую среду подтвердили их перспективность и безопасность [7].

В работах [8-11] были получены результаты огнезащитного действия ГОС на материалах распространенных в жилом секторе, а именно дерево, ДСП, ДВП, ПВХ, шерсть, лавсан. Использование ГОС позволяет значительно увеличить время воспламенения ТГМ. В частности, время воспламенения образцов ДВП, на которые был нанесен слой ГОС 1 мм доходило до 880 с, а образцы ДВП, обработанные водой методом погружения на 1 минуту, загорались через 86 с. Результаты исследований на текстильных материалах свидетельствуют: использование ГОС (по сравнению с водой) позволяет увеличить время прогара образцов из шерсти более чем в 33 раза, образцов из лавсана в 115 раз. Полученные результаты позволили провести оптимизацию количественного состава ГОС для тушения объектов жилищного фонда [12].

В работе [13] определена эффективность ГОС к противодействию возгоранию ТГМ при предварительном воздействии теплового потока. Установлено, при поверхностной плотности теплового потока 30 кВт/м^2 , время до воспламенения образцов ДСП обработанных ГОС в 2-3,2 раза больше, чем при использовании воды с пенообразователем и в 2-3,3 раза больше при поверхностной плотности теплового потока 20 кВт/м^2 .

Результаты исследования эффективности гелевых пленок противодействию распространению пламени по поверхности ТГМ, свидетельствуют: при использовании ГОС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$ – 16,56%, CaCl_2 – 2,76 % с толщиной 2 мм: через 10 минут воздействия на поверхность пламени горелки возгорания не возникает, что соответствует группе распространения пламени РП1 – не распространяет пламя [14].

Постановка задачи и ее решение. Полученные результаты показали, что использование ГОС для оперативной огнезащиты достаточно эффективно. Поэтому была поставлена задача определить огнетушащие свойства ГОС на материалах распространенных в жилом секторе.

Было проведено определение показателя огнетушащей способности оптимизированного количественного состава ГОС в лабораторных условиях. Для этого использовался очаг пожара класса А состоящий из штабеля (32 деревянных бруска), размером $20 \times 20 \times 150$ мм, уложенных в 8 слоев по 4 бруска в каждом. Расстояние между брусками в ряду 20 мм. Общая площадь горения $0,32 \text{ м}^2$ [15-16]. В результате исследований установлено, что огнетушащая способность ГОС CaCl_2 11,4% – $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$ 3,8% – H_2O 84,8% составляет $1,34 \text{ кг/м}^2$. Данный состав ГОС по огнетушащей способности превосходит воду на 30% [17].

Дальнейшие исследования свойств ГОС потребовали определе-

ние показателя огнетушащей способности на стандартном модельном очаге пожара класса 1А.

Эксперимент проводился согласно [18]. В результате исследований был определен показатель огнетушащей способности ГОС CaCl_2 11,4% – $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2$ 3,8% – H_2O 84,8% который составил $1,39 \text{ кг/м}^2$. Данный состав по огнетушащей способности превосходит воду на 40% (табл. 1) [19].

Табл. 1. Сравнительные результаты экспериментального определения показателя огнетушащей способности

Огнетушащее вещество	Лабораторный очаг		Стандартный модельный очаг пожара	
	Масса ОБ потраченная для тушения модельного очага, кг	Показатель огнетушащей способности, кг/м^2	Масса ОБ потраченная для тушения модельного очага, кг	Показатель огнетушащей способности, кг/м^2
Вода	0,62	1,94	10,81	2,29
ГОС CaCl_2 11,4% – $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2$ 3,8% – H_2O 84,8%	0,43	1,34	6,53	1,39

Результаты проведенных экспериментов стали основой для проведения расширенных испытаний ГОС в типичных условиях пожара жилого сектора.

Для проведения испытаний была разработана и изготовлена автономная установка тушения гелеобразующими составами (АУТГОС) [20]. Характеристики приведены в табл. 2.

Табл. 2. Технические характеристики АУТГОС

1.	Общая масса установки с зарядом, кг	$25 \pm 0,5$
2.	Объем баллонов с огнетушащим составом, л	8×2
3.	Объем баллона с воздухом, л	1
4.	Давление в воздушном баллоне, МПа	18 ± 2
5.	Давление в системе низкого давления, МПа	$0,25 \div 0,3$
6.	Массовый расход огнетушащего вещества, кг/с	$0,11 \div 0,13$
7.	Эффективная площадь тушения, м^2	до 16
8.	Максимальная дальность подачи компактной струи, м	8 ± 1
9.	Максимальная дальность подачи распыленной струи, м	$3 \div 4$
10.	Время работы одной заправки, с	$150 \div 180$
11.	Габаритные размеры, мм	$520 \times 420 \times 240$

Испытания проводились в Московском районе г. Харькова – крупнейшем жилом районе в Украине. Выезды выполнялись на все пожары, на которые привлекался дежурный караул. Тушение пожаров происходило с помощью АУТГОС.

Во время тушения пожаров проводилось наблюдение за поведением гелевой пленки. Было установлено, что в условиях реального пожара, ГОС, так же как и во время лабораторных исследований, оказывает охлаждающее и огнезащитное действие на ТГМ, на которые наносился. Горючие материалы, обработанные гелем, не загорались в течение нескольких минут.

Результаты испытаний показали, что для тушения в квартире пожаров площадью (3-6) м² достаточно запаса гелеобразующих компонентов, который находится в АУТГОС (16 л). Для тушения этих пожаров водой нужен был объем в 2-3 раза больше, чем ГОС. Вследствие меньшего расхода и снижению времени тушения на пожарах, где использовался ГОС, отмечено уменьшение убытков от залива нижних этажей ориентировочно на 10-15%.

На основе результатов проведенного комплексного исследования огнетушащих и огнезащитных характеристики гелевых покрытий была определена экономическая эффективность использования ГОС для тушения пожаров в жилых зданиях. Решение поставленной задачи происходило путем сравнения двух вариантов: базового и нового. Базовый вариант предусматривал тушения пожара водой. По новому варианту для тушения предполагалось использование ГОС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - 3,8\%$, $\text{CaCl}_2 - 11,4\%$.

Проведенные расчеты показали экономическую целесообразность использования ГОС для ликвидации пожаров на объектах жилого сектора. Использование данного состава позволит уменьшить материальные потери от пожаров на объектах жилого сектора на $\approx 10\%$ [21].

Выводы. Проведенный комплекс исследований подтвердил допущение о высокой огнетушащей эффективности ГОС для тушения пожаров в жилом секторе. Огнетушащий гель может использоваться практическими подразделениями ГСЧС Украины, при этом возможно сократить время тушения пожара, а также сократить убытки от залива нижних этажей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурагимов Н.М. Проблема тушения крупных лесных пожаров и крупномасштабных пожаров твердых горючих материалов в зданиях // Пожаровзрывобезопасность. 2012. – №2. – С. 69-74.

2. Киреев А.А. Пути совершенствования методов тушения пожаров в жилом секторе / А.А. Киреев, А.В. Савченко, О.Н. Щербина // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2004. – Вып. 16.– С. 90-94.

3. Абрамов Ю.А. Исследование областей быстрого гелеобразования огнетушащих и огнезащитных систем на основе гидроксидов и карбонатов / Ю.А. Абрамов, А.А. Киреев, К.В. Жерноклёв // Научный

вісник будівництва: Зб. наук. праць. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ, АБУ, 2006. – Вип. 36. – С.190-194.

4. Киреев А.А. Исследование концентрационных областей быстрого гелеобразования в огнетушащих системах на основе силиката натрия / А.А. Киреев, В.М. Романов, Г.В. Тарасова // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2004. – Вып.15. – С. 107-110.

5. Кіреєв О.О. Дослідження концентраційних областей гелеутворення вогнегасних складів / О.О. Кіреєв, В.М. Романов, О.В. Бабенко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2003. – Вып. 14. – С.109-112.

6. Ми Зуи Тхань. Горючая загрузка в современных жилых помещениях // Пожаровзрывобезопасность. 2005. – Т. 14, №4. – С. 30-37.

7. Савченко О.В. Вплив гелеутворюючих систем на матеріали, поширені у житловому секторі / О.В. Савченко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2010. – Вып. 27. – С.186 – 191.

8. Кіреєв О.О. Дослідження теплозахисної дії гелевих плівок / О.О. Кіреєв, О.В. Савченко, Г.В. Тарасова, О.В. Александров // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2005. – Вып. 18. – С. 82 –86.

9. Савченко О.В. Дослідження вогнезахисної дії гелевих плівок на матеріалах, розповсюджених у житловому секторі / О.В. Савченко, О.О. Кіреєв, В.М. Альбоций, В.А. Данільченко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. АГЗУ – Харьков, 2006 – Вып. 19. – С.127-131.

10. Савченко О.В. Попередження надзвичайних ситуацій при горінні полівінілхлориду / О.В. Савченко, О.О. Кіреєв, В.В. Тригуб, К.В. Жернокльов // Проблеми надзвичайних ситуацій: Сб. наук. пр. УЦЗ України. – Харків, 2007 – Вип. 5. – С. 177-181.

11. Савченко О.В. Вогнезахисна дія гелеутворюючої системи силікат натрію – хлорид кальцію на вироби з текстилю / О.В. Савченко О.О., Кіреєв Ю.В. Луценко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. УГЗ Украины – Харьков, 2007 – Вып. 21. – С. 228-233.

12. Савченко О.В. Оптимізація кількісного складу гелеутворюючої системи для гасіння пожеж об'єктів житлового сектору / О.В. Савченко, О.О. Киреев // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. УГЗ Украины – Харьков, 2009 – Вып. 25. – С.162-166.

13. Савченко О.В. / Дослідження часу займання зразків ДСП, оброблених гелеутворюючою системою $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ / О.В. Савченко, О.О. Островерх, Т.М. Ковалевська, С.В. Волков // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2011. – Вып. 30. – С. 209-215.

14. Савченко О.В. / Дослідження розповсюдження полум'я по поверхні зразків ДВП, оброблених ГУС/ О.В. Савченко, О.О. Островерх, О.М. Семків, С.В. Волков // Проблемы пожарной безопасности:

Сб. науч. тр. – Харьков, 2012. – Вып. 31. – С. 181-186.

15. Шкоруп А.И. Особенности тушения очагов пожаров классов А и В в лабораторных условиях / А.И. Шкоруп, С.Г. Степаненко, А.И. Волошаенко // Средства порошкового пожаротушения. Сборн. научн. трудов ВНИИПО. – М., 1992. – С. 119-125.

16. Жартовский В.М. Дослідження процесів пожежегасіння комбінаціями деяких вогнегасних речовин / В.М. Жартовский, А. Цапенко, О. Шкоруп, В. Стеценко // Пожежна безпека – 2003, №7 (46) С. 28-29.

17. Савченко О.В. Експериментальне визначення вогнегасної здатності оптимізованого кількісного складу гелеутворювальної системи $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ / О.В. Савченко // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів, 2010. – Вип. 16. – С.109-113.

18. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань: ДСТУ 3675–98 [Чинний від 1998-01-30]– К.: Держстандарт України, 1998. – 31 с. (Національний стандарт України).

19. Савченко О.В. / Визначення показника вогнегасної здатності оптимізованого кількісного складу гелеутворюючої системи $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ на стандартизованому модельному вогнищі пожежі / О.В. Савченко, О.О. Кіреєв, О.О. Островерх // Проблеми пожежної безпеки: Сб. науч. тр. – Харьков, 2011. – Вып. 29. – С.149-155.

20. Савченко О.В. Результати натурного випробування оптимізованого кількісного складу гелеутворюючої системи у типових умовах пожежі житлового сектору // Проблеми пожежної безпеки: Сб. науч. тр. УГЗ України - Вып. 26 – Харьков: УГЗУ, 2009. – С.121-125.

21. Савченко О.В. Визначення економічного ефекту від використання гелеутворюючої системи для гасіння пожеж у житловому секторі / О.В. Савченко // Пожежна безпека: Теорія і практика: Зб. наук. праць. – АПБ, 2010. – Вип. 5. – С.138-140.

О.В. Савченко, О.О. Островерх, О.М. Семкив, О.С. Холодний

Результати комплексного дослідження вогнегасної ефективності гелеутворюючої систем для гасіння пожеж у житлових будинках

У роботі систематизовано результати комплексу експериментальних досліджень які свідчать про ефективність гелеутворюючої системи $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ при гасінні пожеж у житлових будівлях.

Ключові слова: гелеутворююча система, гасіння, час гасіння, житловий сектор, оптимізація.

O.V. Savchenko, O.O. Ostroverx, O.M. Semkiv, A.S. Kholodny

Comprehensive research results extinguishing effectiveness of gelling for extinguishing fires in residential buildings

The paper summarizes the results of complex experimental studies showing the effectiveness of n-leobrazuyushey system $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ at extinguishing fires in residential buildings.

Keywords: gelling system, quenching, quenching time, the residential sector, optimization.